



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF : Vangilbergen et al.  
FOR : ROTARY TUBULAR KILN  
SERIAL NO. : 10/774,159  
FILED : February 6, 2004  
EXAMINER : N/A  
ART UNIT : 3749  
CONFIRMATION NO. : 7275  
ATTORNEY DOCKET NO. : PSEE 200012

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed for filing in the above-identified application is a certified copy of the priority document DE No. 10305147.3 along with an English translation thereof.

Respectfully submitted,  
FAY, SHARPE, FAGAN,  
MINNICH & McKEE, LLP

May 26, 2004  
Date

Mark E. Bandy  
Mark E. Bandy  
Reg. No. 35,788  
1100 Superior Avenue, Seventh Floor  
Cleveland, OH 44114-2579  
216/861-5582

**CERTIFICATE OF FIRST CLASS MAILING**

I hereby certify that this paper and/or fee is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail service on May 26, 2004 and is addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Mary Ann Temesvari  
Mary Ann Temesvari



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 05 147.3

**Anmeldetag:** 8. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** VEBA OEL Technologie und Automatisierung GmbH,  
45899 Gelsenkirchen/DE

**Bezeichnung:** Drehrohrofen mit Längsabdichtung des  
Beheizungstunnels sowie Verfahren zum  
Herstellen einer solchen Längsabdichtung

**IPC:** F 27 B 7/20

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 29. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hintermeier'.

Hintermeier

UNSER ZEICHEN: 103 001 HS AH/ib

Essen, den 5. Februar 2003

**VEBA OEL Technologie und  
Automatisierung GmbH  
Johannastrasse 2 - 8**

**D - 45899 Gelsenkirchen**

**Drehrohrofen mit Längsabdichtung des Beheizungstunnels sowie  
Verfahren zum Herstellen einer solchen Längsabdichtung**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Drehrohrofen mit einer Längs-Abdichtung innerhalb eines ein von außen beheizbares Drehrohr schalenförmig umgebenden Beheizungstunnels sowie auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Längs-Abdichtung gemäß des Oberbegriffes von Anspruch 7.

5 In Drehrohrofen werden üblicherweise hohe Temperaturen angewendet. Das Drehrohr kann hierzu mit einem Heizmedium (wie z. B. heißes Gas oder heiße Luft) indirekt auf die gewünschte Temperatur aufgeheizt werden, um im Drehrohrinneren die genügend hohen Temperaturen (mehrere 100°C, teilweise > 1000° C) für die darin ablaufenden chemischen oder anderen gewünschten Prozesse zu erreichen. Das  
10 Drehrohr ist hierzu üblicherweise von einem Beheizungstunnel umgeben, wie in Fig. 1 - schematisch - dargestellt, welche einen schematischen Querschnitt durch einen Drehrohrofen nach dem Stand der  
15 Technik zeigt. Der das in Pfeilrichtung C (oder entgegengesetzt) sich

drehende Drehrohr 10 gehäuseartig umgebende Beheizungstunnel 12 weist auf seiner gesamten Länge mehrere Brenner 14, welche das Drehrohr indirekt beheizen, sowie Gasauslässe 16 auf. Durch die Gas-  
einlässe 14A wird ein Heizmedium wie z. B. heißes Gas eingeleitet,  
5 welches das Drehrohr (auch Drehtrommel genannt) umfangsmäßig umströmt und somit aufheizt. Das Gas kann das Drehrohr sowohl unterseitig (wie durch Pfeil A dargestellt) als auch oberseitig (wie durch Pfeil B dargestellt) umströmen. Dabei ist der Wirkungsgrad bei einer ober-  
10 seitigen Umströmung viel größer, weil die Verweilzeit des Gases an der Drehrohroberfläche länger ist und somit mehr Zeit für einen Wärmeaustausch bleibt. Zudem kann ein größerer Oberflächenanteil des Drehrohrs umströmt werden. Da es einem Teil des Gases jedoch möglich ist, das Drehrohr unterseitig zu umströmen, resultiert dies in einem Effizienzverlust, da bei dieser Umströmung der Wärmeaustausch deutlich  
15 geringer ist. Dies auch dann, wenn man an der Drehrohrunterseite eine Engstelle in Gestalt eines Spaltes D vorsieht. In diesem Fall würde die Umströmung entlang Pfeil A' verlaufen.

Das Drehrohr ist in Fig. 1 schematisch kreisrund dargestellt. Dies entspricht jedoch nicht der Realität. Da so ein Drehrohr sich über mehrere  
20 Meter, teilweise bis zu 100 m lang streckt, ist es technisch nahezu unmöglich, ein völlig kreisrundes Profil über diese gesamte Strecke zu gewährleisten. Außerdem wird das Drehrohr über eine gewisse Unwucht verfügen.

25 Es stellt sich somit die Aufgabe, einen Drehrohrföfen zu schaffen, der bei Berücksichtigung der dargestellten Eigenschaften des Drehrohrs einen effizienteren Wärmeaustausch bei der Aussenbeheizung gewährleistet.

30 Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Drehrohrföfen mit den Merkmalen des Anspruches 1 vorgeschlagen. Demnach basiert die Erfindung auf dem Grundgedanken, für einen Drehrohrföfen, bei dem ein Drehrohr

schalenförmig von einem Beheizungstunnel umgeben ist, eine, sich vorzugsweise unterhalb des Drehrohrs erstreckende, Längs-Abdichtung zu schaffen, die über einen starren Teil und einen flexiblen Teil verfügt. Dadurch wird die beidseitige Umströmung mit Heizmedium, d.h. ein thermischer Kurzschluß fast vollständig - wenn nicht sogar gänzlich - verhindert. Der flexible Teil der Längs-Abdichtung, welcher vorzugsweise am Drehrohr ständig anliegt, ist in der Lage, sich der Unwucht und/oder Profiländerung des Drehrohrs anzupassen und somit eine im Wesentlichen undurchlässige Längs-Abdichtung des Drehrohrs zur Beheizungstunnelwand zu gewährleisten. Besonders günstig wirkt sich diese Längs-Abdichtung auf den Wärmedurchgang durch die Drehrohrewandung aus, da diese ständig eine bürstenähnliche Reinigung erfährt. Eine solche Längs-Abdichtung kann durch das in Anspruch 7 beschriebene Verfahren hergestellt werden.

Durch einen erfindungsgemäß gestalteten Drehrohrföfen lässt sich u.a. die benötigte Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur des Heizmediums und der gewünschten Innentemperatur des Drehrohrs absenken, da nun der Wärmeaustausch mit höherer Effizienz abläuft. Somit wird Energie eingespart. Zum anderen wird das Drehrohr weniger thermisch belastet. Auch in der Wahl des Ofenwandmaterials ergeben sich hieraus neue Möglichkeiten.

Die vorgenannten sowie die beanspruchten und in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäß zu verwendenden Bauteile unterliegen in ihrer Größe, Formgestaltung, Materialauswahl und technischen Konstellation keinen besonderen Ausnahmerebedingungen, so dass die in dem Anwendungsgebiet bekannten Auswahlkriterien uneingeschränkt Anwendung finden können.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie (außer der Fi-

gur 1) aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnungen, in denen - beispielhaft - Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Drehrohrofens dargestellt sind.

5 in den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen indirekt beheizten Drehrohrofen nach dem Stand der Technik in schematischer Querschnittsansicht;

10 Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Drehrohrofen im Vertikalschnitt entlang der Linie II - II gemäß Fig. 4 - schematisch;

Fig. 3 denselben Drehrohrofen im Vertikalschnitt entlang der Linie, III - III gemäß Fig. 2 (ausschnittsweise), sowie

Fig. 4 denselben Drehrohrofen im Horizontalschnitt entlang der Linie IV - IV gemäß Fig. 2 (ausschnittsweise).

15

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, beinhaltet ein erfindungsgemäßer Drehrohrofen ein Drehrohr 30, welches sich innerhalb eines, das Drehrohr etwa schalenförmig umgebenden stationären Beheizungstunnels 32 drehbar ist, wobei der Heiztunnel das Drehrohr in der Regel auf einem wesentlichen Teil seiner Länge umgibt. Die Beheizungstunnelwand 32A verfügt über mindestens einen Einlass 34 für ein Heizmedium (wie z.B. heiße Luft oder heißes Gas), sowie mindestens einen Auslass 36. Einlass und Auslass sind, wie in Fig. 4 gezeigt und insoweit bevorzugt, als längliche, an den Seitenwänden angeordnete Aussparungen oder Durchbrechungen des Beheizungstunnels ausgeformt; diese sind auch in Gestalt von in einer Tunnelwand vorgesehenen Stützen bzw. Einlaßrohren vorsehbar.

25

30

Üblicherweise wird das Drehrohr auf seiner gesamten Länge umfangsmäßig vom Heizmedium umströmt. Die wesentliche Strömrichtung des Heizmediums ist dabei in Richtung der Strömungspfeile B, d.h. senkrecht zur Drehrohrachse. Die Heizung kann sowohl in, wie auch ge-

genläufig der Drehrichtung des Drehrohrs erfolgen.

5 Üblicherweise ist der zwischen Tunnelwand 32A und Drehrohr 30 gebildete Beheizungstunnel 32 stirnseitig abgedichtet, u.a. um ein Entweichen des Heizmediums außer durch den Auslass 36 zu verhindern (Fig.3). Das Drehrohr kann von dem Beheizungstunnel völlig umgeben sein oder auch seitlich über denselben hinausragen.

10 Im Wesentlichen unterhalb des Drehrohrs befindet sich die Längs-Abdichtung 20. Diese ist, wie nach der Ausführungsform nach Fig. 2 - 4 ersichtlich und insoweit bevorzugt, als eine Trennwand zwischen der Eintrittsseite 38 und Austrittsseite 40 des Beheizungstunnels 32 ausgeformt. Die Längs-Abdichtung 20 besteht aus einem starren Teil 22 und einem darauf befindlichen flexiblen Teil 24. Im einfachsten Fall besteht die Längs-Abdichtung 20 aus einer flachen, langen Mauer mit einem oder mehreren darauf angebrachten flexiblen Dichtungselementen. Die Mauer erstreckt sich dabei bevorzugterweise entlang der vollen Länge des Beheizungstunnels 32 und schließt an die Stirnwände 32B desselben an, wie aus Fig. 3 und 4 ersichtlich. Somit wird ein stirnseitiges Umströmen der Längs-Abdichtung durch das Heizmedium verhindert.

20 Wie in Figur 2 angedeutet, kann die Längs-Abdichtung 20 in dieser Ausführungsform eine Breite von etwa 10 - 20 % des Durchmessers des Drehrohrs besitzen. Die Breite der Längs-Abdichtung kann jedoch je nach Anforderung auch kleiner oder größer gewählt werden.

30 Der starre Teil 22 besteht vorzugsweise aus Mauerwerk. Es kommt jedoch auch jedes andere starre bzw. feuerfeste Material in Frage, welches den in dem Beheizungstunnel auftretenden Temperaturen standhält. Der starre Teil 22 kann sich, wie in Figur 2 angedeutet, so nahe bis an das Drehrohr 30 erstrecken, dass er von diesem gerade nicht mehr

erfasst wird, wenn sich das Drehrohr dreht. Bei der Errichtung des starren Teils ist darauf zu achten, dass das Drehrohr bei Betrieb des Ofens aufgrund der zuvor geschilderten Ungenauigkeit im Drehrohrprofil sowie aufgrund von Unwuchten nicht genau rundlaufen wird.

5

Am drehrohrseitigen Ende des starren Teils 22 befindet sich der flexible Teil 24. Dieser besteht bevorzugt aus einem Material, welches so flexibel ist, dass es sich beim Drehen des Drehrohrs den Ungenauigkeiten des Drehrohrprofil anpasst. Zudem sollte es den innerhalb des Beheizungstunnels auftretenden Temperaturen standhalten. Vorzugsweise besteht der flexible Teil zu einem überwiegenden Teil aus Keramikfaser.

10

15

20

25

30

Fig. 3 und 4 zeigen verschiedene Ansichten einer bevorzugten Längs-Abdichtung. Wie diesen Figuren zu entnehmen ist, besteht der flexible Teil bevorzugt aus aneinandergefügten Streifen und/oder Streifenpaketen eines flexiblen Materials. Diese sind bevorzugt rechtwinklig zur Drehrohrachse angeordnet, was eine gewisse Mindestdicke der Längsabdichtung 20 erfordert. Diese Anordnung gewährleistet zum einen eine verbesserte Abdichtung und zum anderen eine höhere Lebensdauer der Dichtung. Zur Erhöhung der Dichtigkeit können die einzelnen Streifen und/oder Streifenpakete auch noch miteinander verklebt oder sonstwie aneinander befestigt sein. Der flexible Teil 24 wird bevorzugt durch Einpressen einzelner Streifen und/oder Streifenpakete zwischen dem starren Teil 22 und dem Drehrohr 30 hergestellt. Je nach Bedarf ist er mit dem starren Teil 22, wie durch Verkleben, verbunden. Wie besonders bevorzugt, werden die einzelnen Streifen und/oder Streifenpakete senkrecht und in ihrer Stapelrichtung komprimiert. Dies gewährleistet, dass auch nach längerem Betrieb und dementsprechendem Abrieb die Dichtung in zufriedenstellender Weise funktioniert. Außerdem wird so verhindert, dass durch die Drehbewegung des Drehrohrs einzelne Teile der Längs-Abdichtung von ihrer bestimmten Position entfernt werden.



Wie in Fig. 4 dargestellt und insoweit bevorzugt, können – wie aus dem Stand der Technik bekannt – mehreren Brennern 34 nur ein Gasauslaß 36 gegenüberstehen. In diesem Fall wird die Strömungsrichtung des Heizmediums, welches aus den gasauslaßfernen Brennern 34C entweicht, nicht nur längs des Umfangs des Drehrohrs sondern auch diagonal in Richtung des Gasauslasses 36 erfolgen. Eine erfindungsgemäße Längsabdichtung wirkt sich hier besonders günstig aus, weil so gewährleistet werden kann, daß ein wesentlicher Teil des Heizmediums zumindest bis zum Erreichen der Oberseite des Drehrohrs das Drehrohr umströmt, anstatt sofort aufgrund der Diagonalströmung in Richtung des Gasauslasses 36 angesogen zu werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die Streifenpakete aus 25 mm dicken, mindestens 75 mm hohen und etwa 34,5 cm breiten Keramikfasermatten (KT 1430° C, RG ca. 200 kg pro qm), die auf 20 mm komprimiert werden. Falls gewünscht, können auch mehrere Streifen als Streifenpakete übereinander zwischen starrem Teil 22 und Drehrohr 30 eingepresst werden. Durch Einpressen ist es möglich, die Flexibilität des flexiblen Teils 24 zu beeinflussen. Es ist auch möglich, zuerst eine etwas unflexiblere Lage auf den starren Teil 22 aufzubringen und darauf wiederum ein höher flexibleres Material. Genauso kann natürlich auch der starre Teil 22 aus mehreren auf und/oder nebeneinander angeordneten Lagen oder Schichten unterschiedlichen Materials bestehen.

Es kann jedoch auch gewünscht sein, dass mehrere, nebeneinander liegende Streifen aus flexiblem Material parallel zur Längsabdichtungswand verlaufen. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der flexible Teil an der Einlassseite des Beheizungstunnels über andere Materialeigenschaften verfügen soll, als an der Auslassseite – etwa aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen. In diesem Fall müsste der Ein-

pressvorgang entsprechend modifiziert werden. Auch kämen hier wieder mehrere Lagen flexiblen Materials in Frage.

- 5      Dadurch, dass der flexible Teil 24 durch Einpressen von Streifen und/oder Streifenpaketen zwischen starrem Teil 22 und Drehrohr 30 erfolgt, ist der flexible Teil bereits bei seiner Herstellung an die Drehrohr-Außenfläche anpassbar. Somit kann auf Ungenauigkeiten und/oder Schwankungen im Drehrohrprofil Rücksicht genommen werden, z. B. wenn ein Drehrohr (etwa durch eine Schweißnaht oder ähnliches) an einer Stelle einen etwas größeren Außendurchmesser hat.
- 10

### Bezugszeichenliste

5	10 Drehrohr
	12 Beheizungstunnel
	14 Brenner
	14A Einlass
	16 Auslass
10	20 Längs-Abdichtung
	22 starrer Teil
	24 flexibler Teil
	30 Drehrohr
	32 Beheizungstunnel
15	32A Beheizungstunnelwand
	32B Beheizungstunnelstirnwand
	34 Brenner
	34A Einlass
	34B Brenner
20	34C Brenner
	36 Auslass
	38 Eintrittsseite des Heizmediums
	40 Austrittsseite des Heizmediums
25	A Strömungspfeil
	A' Strömungspfeil
	B Strömungspfeil
	C Drehrichtung
	D Spalt
30	

**Patentansprüche:**

- 5

1. Drehrohrofen mit einer Längs-Abdichtung (20) innerhalb eines ein außen beheizbares Drehrohr (30) schalenförmig umgebenden Beheizungstunnels (32) in Gestalt einer zwischen der Tunnelwand (32A) und der Drehrohraußenfläche sich, vorzugsweise unterhalb, des Drehrohrs erstreckenden Trennwand zwischen einer Eintritts- (38) und einer Austrittsseite (40) für das Heizmedium im Beheizungstunnel, bei dem die Trennwand aus einem starren, drehrohrfernen Teil (22) und einem flexiblen, drehrohrnahen Teil (24) besteht.

10
2. Drehrohrofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der starre Teil (22) aus Mauerwerk und die Mauerkrone aus dem flexiblen Teil (24) besteht.

15
3. Drehrohrofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible Teil (24) aus Keramikfaser besteht.
- 20

4. Drehrohrofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible Teil (24) aus, ggf. unter Verkleben, aneinandergefügt Streifen eines elastischen, insbesondere kompressiblen, Materials besteht.

25
5. Drehrohrofen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifen mindestens einen Stapel bilden.

30
6. Drehrohrofen nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifen des elastischen Materials sich im wesentlichen senkrecht zur Drehrohrachse erstrecken.
7. Verfahren zum Herstellen einer Längs-Abdichtung für einen Drehrohrofen, insbesondere mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis

6, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible Teil der Abdichtung aus aneinandergefügten Streifen eines elastischen Materials besteht, die durch Einpressen einzelner Streifen oder Streifenpakete zwischen einer starren Trennwand und der Drehtrommel eingebracht werden.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifen oder Streifenpakete sich im wesentlichen senkrecht zur Drehrohrachse erstrecken und in einer zur Drehrohrachse parallelen Stapelrichtung komprimiert werden.

10

### Zusammenfassung

5 In einem Drehrohrofen, bei dem ein Drehrohr (30) von einem Beheizungstunnel (32) schalenförmig umgeben und durch ein Heizmedium indirekt beheizt wird, wird zur Erhöhung der Heizeffizienz eine sich in der Regel unterhalb des Drehrohrs (30) erstreckende Längs-Abdichtung (20) vorgeschlagen. Diese ist in Gestalt einer Trennwand zwischen der Eintritts- (38) und Austrittsseite (40) für das Heizmedium im Beheizungstunnel (32) ausgebildet und besteht aus einem starren Teil (22) und sich einem darauf befindlichen, dem  
10 Drehrohrprofil anpassbaren flexiblen Teil (24).

**(Stand der Technik)**

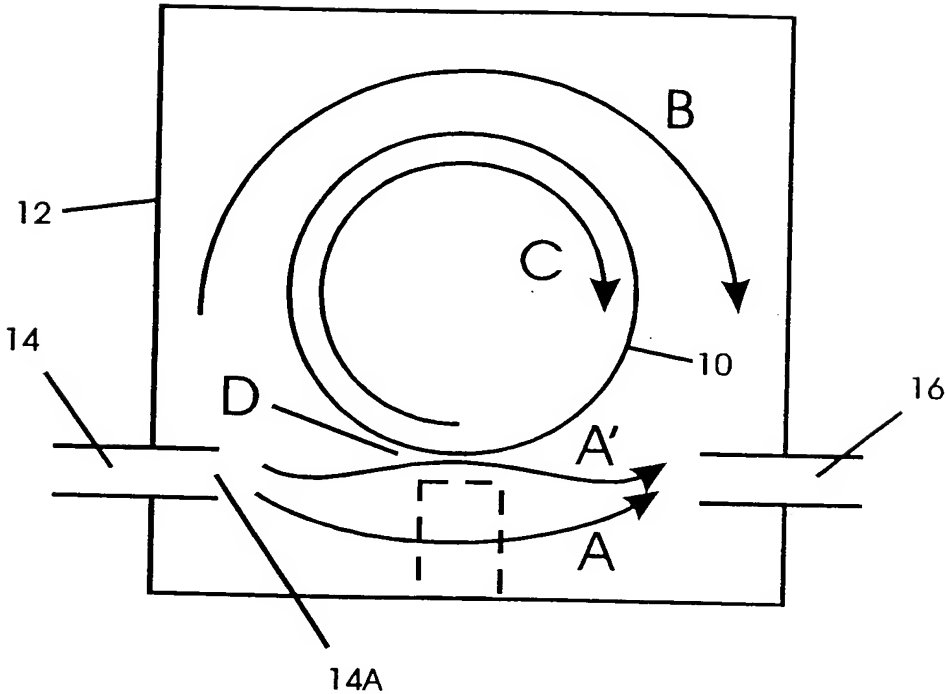


Fig. 2

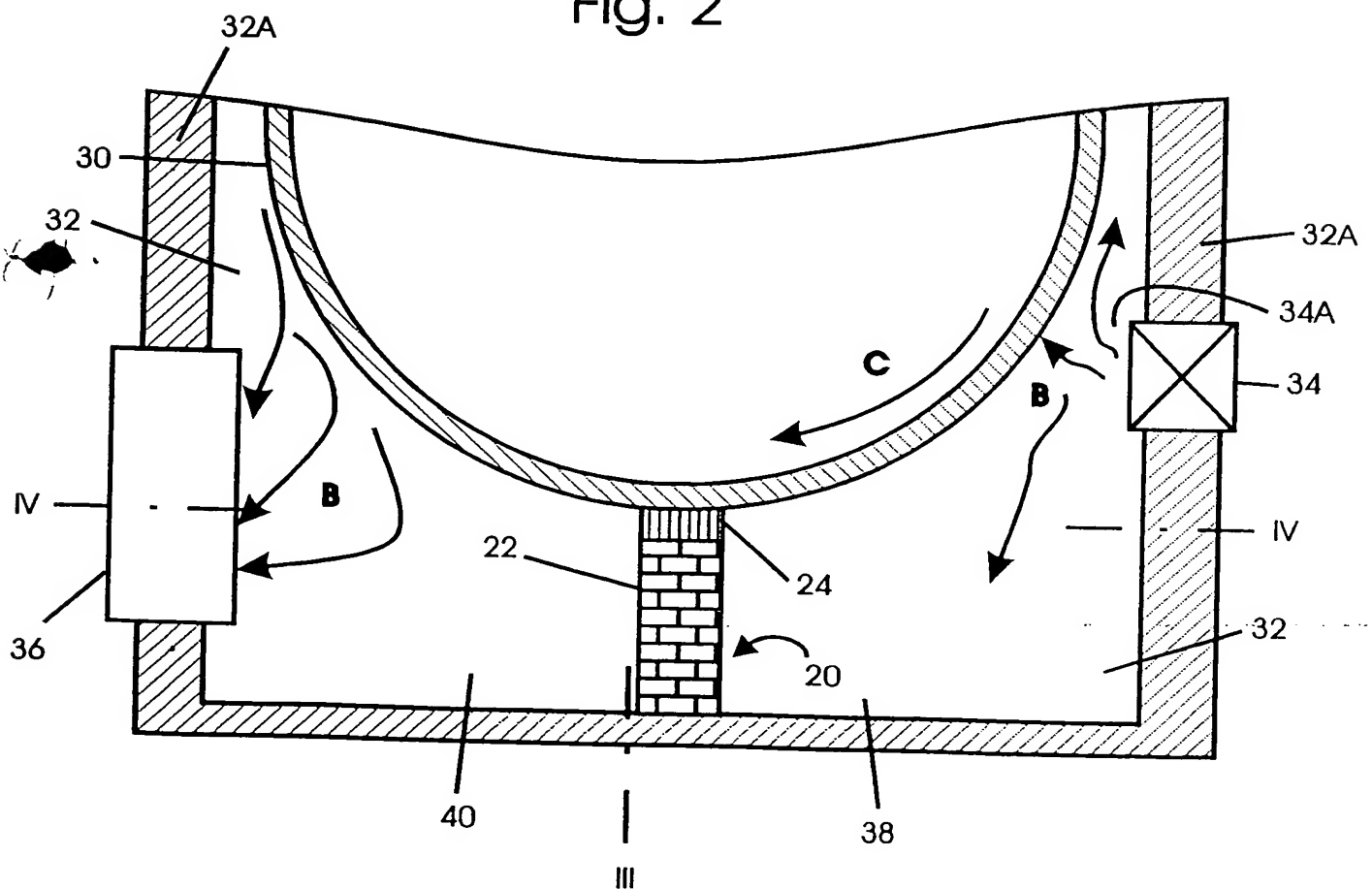


Fig. 3

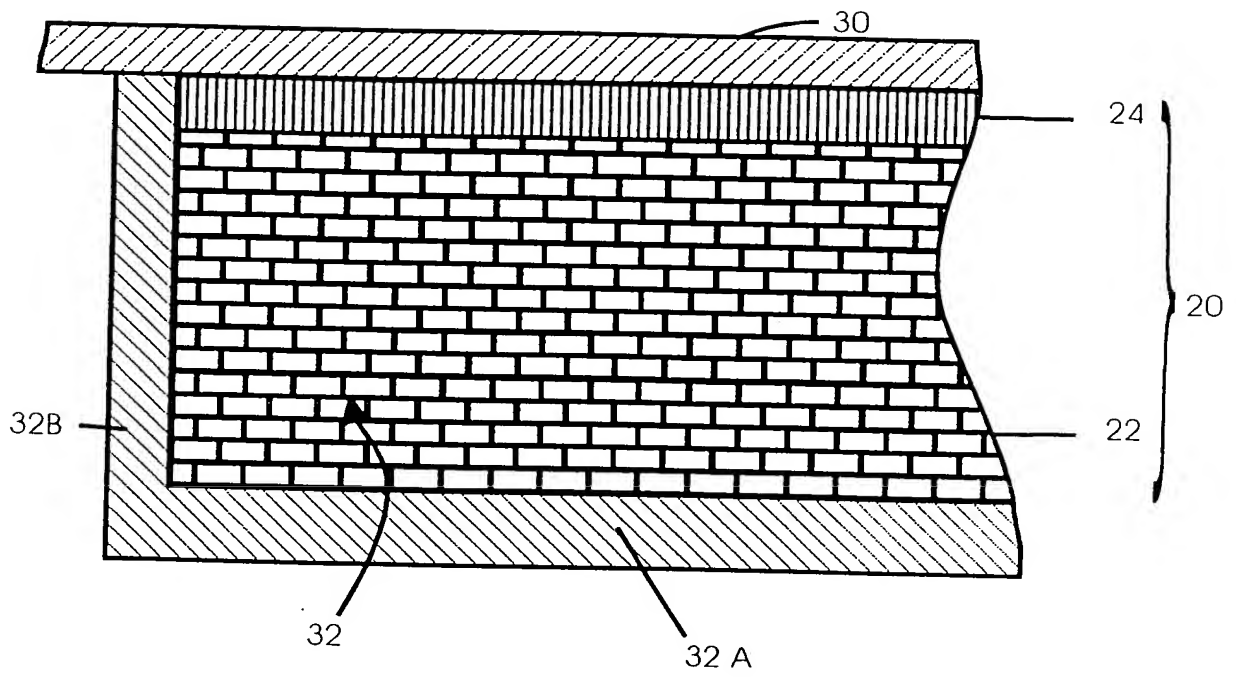


Fig. 4

